

УДК 721.01

Диб М.З.,

Київський національний університет будівництва та архітектури

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО УСАДЕБНОГО ЖИЛЬЯ «HILL HOUSE» В КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассматриваются общие рекомендации по повышению энергоэффективности проекта здания «Hill House» в Киевской обл.

Ключевые слова: Энергоэффективность, пассив дом, дом с нулевым потреблением энергии, дом плюс энергии.

Постановка проблемы. При комплексном подходе к проектированию здания можно значительно снизить затраты на поддержание комфортных условий в его помещениях, вплоть до доведения их до нуля (дом с нулевым потреблением энергии) или даже превращения здания в источник выработки дополнительной энергии (дом плюс энергии). Однако в Украине ещё недостаточно примеров проектирования и реализации таких зданий, а проектируемые по этим стандартам энергоэффективные здания не находят должного отражения в научных архитектурных изданиях.

Анализ последних исследований и публикаций. Научные исследования архитектуры энергоэффективного жилья начались с конца 70х лет.

Например, дома, построенные по стандарту «Passive House» потребляют почти на 80% меньше энергии для отопления, чем аналогичные по кубатуре и составу помещений обычные здания [1]. Также, в условиях Киева, очень важным является снижение расходов на охлаждение помещений летом. Новое направление в энергоэффективности – проектирование и строительство зданий «Plus Energy House», которые производят больше энергии, чем потребляют. Это стало возможным за счёт активного использования возобновляемых источников энергии: солнца, ветра, тепла земли, утилизации тепла из отработанного воздуха, воды, канализационных стоков. Важным аспектом стандарта «Plus Energy House» является его экологическая направленность – использование в строительстве натуральных материалов, естественной вентиляции и ночного охлаждения, сбор и использование в технических целях дождевой воды [2].

Постановка задачи. Целью статьи является иллюстрация принципов разработки рекомендаций по повышению энергоэффективности современного энергоэффективного усадебного жилья в I архитектурно-строительном климатическом районе Украины с детальной разработкой архитектурно-

планировочных, конструктивные и инженерно-технические решений на примере здания «Hill House» в Киевской области.

Основная часть. При разработке рекомендаций по повышению энергоэффективности здания авторы (М. Диб, О.В. Сергейчук) учитывали следующее:

1. Здание «Hill House» уже имело утвержденное объемно-планировочное решение, которое не предполагало кардинального изменения.

2. Разработка концепции минимизации расходов на поддержание комфортных условий в жилых помещениях здания, проводилась исходя из круглогодичного периода его эксплуатации

3. Отдельным вопросом являлось использование в доме зеленого тарифа для электроэнергии и использование кондиционеров для охлаждения помещений в летние дни, работающих на солнечной энергии. Без использования зеленого тарифа строительство зданий «Plus Energy House» является убыточным, а получить разрешение на зеленый тариф – проблематично. В этой связи, была принята концепция проектирования дома «Zero Energy House», т.е. дома, который сам себя обеспечивает энергией на поддержание комфортных параметров микроклимата в кондиционируемом объеме.

Исходный вариант проекта показан на рис. 1-3.

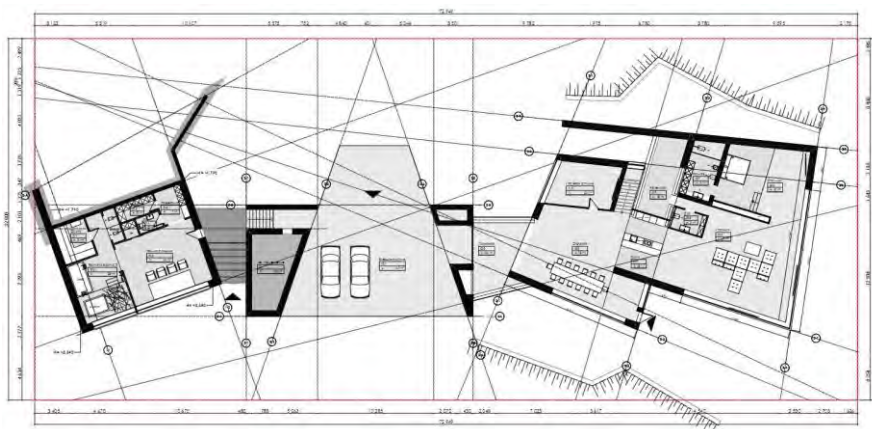


Рис. 1. Главный фасад

Рис. 2. План

Дать экспликацию помещений

- 1 – Въездная группа
- 2 – Спальня
- 3 – Гостиная
- 4 – Прихожая
- 5 – Спальня
- 6 – Столовая
- 7 – Гараж
- 8 – Кухня
- 9 – Гостиная
- 10 – Спальня
- 11 – С/В
- 12 – Спальня
- 13 – Ванная
- 14 – Охорона
- 15 – С/В
- 16 – С/У







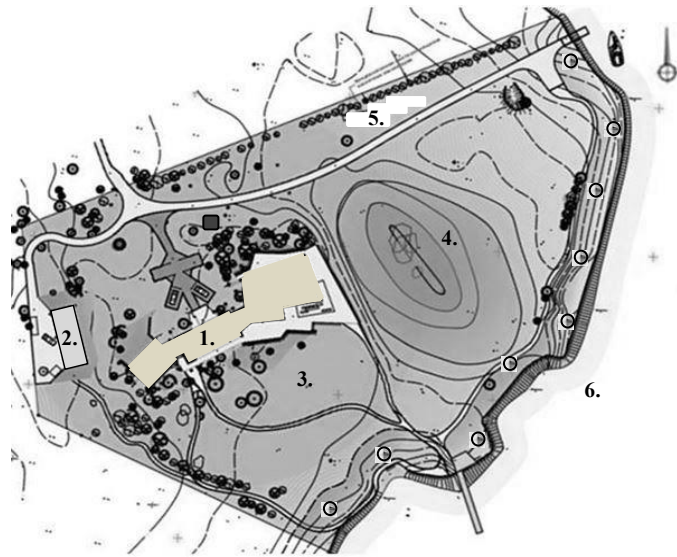
- 17 – Котельная
- 22 – Раздевалка
- 18 – С/в
- 23 – WC
- 19 – Гостевая спальня
- 24 – Тех.пом
- 20 – Тех. Помещение
- 25 – Комната отдыха 2
- 21 – Комната отдыха
- 26 – Сауна

Рис. 3. Генплан застройки

Дать экспликацию

- 1- Жилой дом
- 2- Гостевой дом
- 3- Зеленая зона
- 4- Перспективное развитие территорий
- 5- Территория для установки фотоэлектрических солнечных коллекторов
- 6- Киевское море

-  Пешеходная зона
-  Дорога
-  Система для очистки сточных вод
-  Ветрогенераторы



Энергетический анализ исходного проекта показал, что, в целом, архитектурно – планировочное решение здания достаточно компактно, план – простой, с приемлемыми пропорциями. Размещение светопроёмов большой площади на южных и восточных фасадах обусловлено их ориентацией на привлекательный зеленый пейзаж и реку. С северной стороны окна в основных помещениях отсутствуют. Это, в целом хорошо согласуется с требованиями энергоэффективности здания.

В тоже время, неудачными, с точки зрения энергоэффективности, решениями проекта являются:

1. Ориентация на северо-восток окон общей комнаты и спальни основного здания, а также излишняя площадь светопроёмов.

2. Уклон крыши на северную сторону и использование зеленой крыши только в качестве декорации.

3. Устройство большого окна с северной стороны в прихожей.

4. Отсутствие солнцезащиты на окнах.

5. Размещение и ориентация гостевого дома.

Для достижения энергетических показателей здания «Hill House» как дома с нулевым потреблением энергии было предложено использовать следующие основные мероприятия

1. Для получения максимального количества солнечной энергии в отопительный период, рекомендуется повернуть план дома по часовой стрелке так, чтобы ориентации окон максимально приближалась к югу. Возможные варианты показаны на (рис. 4).

Запроектированное на южном фасаде в прихожей остекление (рис. 5), благодаря пассивной солнечной радиации превращает это помещение в систему



Рис. 4. Предлагаемые варианты ориентации фасадов здания
 а- поворот всего здания на 15° ; б – поворот всего здания на 21° ; в- поворот только основной жилой ячейки на 21°

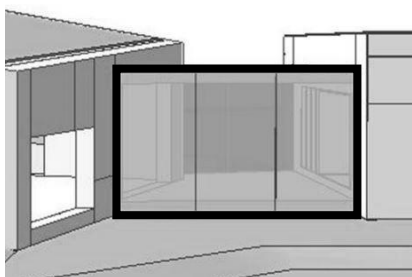


Рис. 5. Помещение прихожей

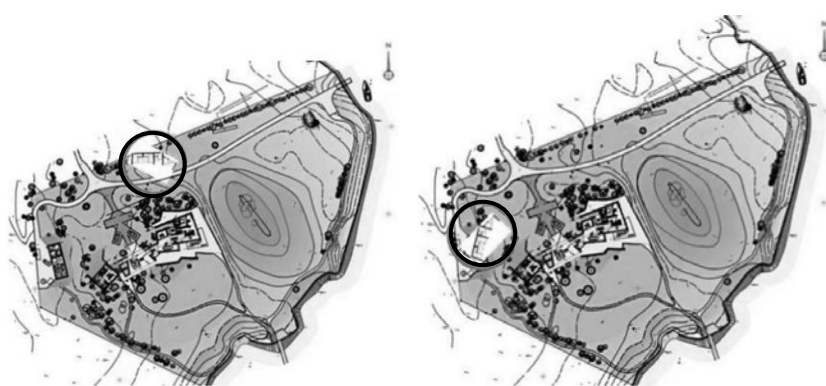


Рис. 6. Возможные варианты переориентации гостевого дома

аккумуляции тепла, а также, является буферной зоной уменьшающей теплопотери дома. Однако северный фасад этого помещения является неблагоприятным для остекления, так как с этой стороны теплопотери через стекло зимой значительно превышают теплопоступления от солнечной радиации. Поэтому предлагается убрать остекление этого фасада, заменив его на глухую стену со значительным сопротивлением теплопередаче.

Гостевой дом также рекомендуется развернуть так, чтобы его окна были максимально ориентированы на юг (рис. 6).

2. Утепление стен необходимо запроектировать с внешней стороны. При этом рекомендуется использовать вентилируемые фасадные системы с облицовкой плитами [3], в соответствии с принятым архитектурным решением. Вентилируемые фасады долговечны – гарантированный срок службы составляет 50 лет. Кроме того, воздушный зазор сам по себе является температурным буфером: температура воздуха в нем зимой на 2-3 градуса выше, чем снаружи, а летом – почти такая же, как температура воздуха в тени. Это позволяет значительно уменьшить слой утеплителя в конструкции. Еще одно преимущество таких стен – ремонтноспособность: при необходимости

внешний слой легко снимается, заменяется утеплитель и опять навешивается. Толщину слоя утеплителя следует принять не менее 20 см. В качестве утеплителя можно рекомендовать базальтовые плиты. В качестве альтернативы, для повышения экологичности здания, можно использовать маты из камыша. Наши испытания показали хорошие теплоизоляционные показатели такого утеплителя – на уровне 0,04-0,05 Вт/м·К.[4]

Исключением является блок помещений с сауной (рис. 7). Поскольку эти помещения будут использоваться периодически 1-2 раза в неделю, то их нерационально отапливать постоянно, а для быстрого нагрева помещений рекомендуется утеплить их изнутри – в этом случае энергия не будет тратиться на прогревание несущих, теплоёмких материалов стен и покрытия, а будет нагревать только воздух помещений [5]. В качестве утеплителя здесь рекомендуется использовать пеностекло или пробковое дерево, толщиной 4-5 см.

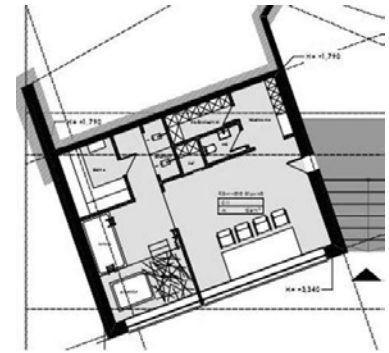


Рис. 7. Помещения сауны

Эти материалы являются пароизоляционными, поэтому они не пропустят влагу внутрь конструкций. Пробковое дерево, кроме того, может одновременно быть и отделочным слоем.

Рекомендуется также использовать зеленые крыши с достаточно толстым (10-15 см) слоем грунта. Это позволит обеспечить естественный зеленый ковер покрытия, а для теплоизоляции необходим дополнительный слой утеплителя толщиной 20-30 см. Здания с зеленой кровлей, отличаются своей индивидуальностью. Устройство зеленой кровли помогает восстановить природу, которой был нанесен ущерб вследствие жизнедеятельности человечества. Важно и то, что натуральная и экологически чистая зеленая кровля отвечает за выработку дополнительного объема кислорода, регулирует влажность воздуха, нейтрализует пыль. К тому же, работы по озеленению крыши положительно сказываются на продлении жизненного цикла кровли [6].

3. Использование высококачественных окон с приведенным сопротивлением теплопередаче R не ниже $1 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ значительно снижает теплопотери здания и существенно улучшает экологию окружающей среды .

4. Даже окно с $R = 1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ в 3-4 раза проигрывает теплоизоляционным свойствам глухих стен. Поэтому окна пассивного здания должны быть минимальной площади, необходимой для естественного освещения помещений здания. При этом они должны быть ориентированы на солнечные стороны горизонта, а для защиты от летнего перегрева иметь необходимые наружные солнцезащитные устройства (СЗУ) [1]. Поэтому рекомендуется убрать

северное окно в помещении прихожей и переориентировать гостевой дом. Кроме этого требуется провести расчёт необходимой площади остекления и откорректировать имеющиеся площади окон.

5. Для защиты от перегрева необходимо запроектировать солнцезащитные устройства на окнах. Геометрические параметры СЗУ должны быть рассчитаны так, чтобы блокировать солнечные лучи в период перегрева, не препятствовать их проникновению в помещения в отопительный период.

Для окон, основного жилого блока, выходящих на южный фасад целесообразно использовать горизонтальные стационарные СЗУ, а для окон восточного фасада – регулируемые СЗУ в виде горизонтальных ламелей или тканевую солнцезащиту в виде ролет «Refleksol», которые изготавливаются из атмосферостойких тканей, устойчивых к осадкам и порывам ветра. Рекомендуется использовать систему фиксации ZHY ZIP [7], обеспечивающую ветроустойчивость конструкции. Геометрические параметры СЗУ следует дополнительно рассчитать, а их влияние на светопрозрачность окон учесть при расчете естественного освещения помещений. Окна комнаты отдыха блока сауны желательно также обустроить СЗУ. Их геометрия будет зависеть от окончательно принятой ориентации. Это же относится и к жилым помещениям гостевого дома.

7. Для освещения ванной комнаты в основном жилом блоке предлагается осуществить при помощи зенитных фонарей. Зенитные фонари, имеют значительно большую световую активность по сравнению с вертикальными окнами. В период перегрева для удаления из подфонарного пространства теплого воздуха створка фонаря открывается. Для защиты от инсоляции в летнее время они обустройстваются внутренними регулируемыми жалюзи. Кроме того, предусматривается возможность вентиляции помещений при их открывании [8]. Площадь и количество фонарей необходимо уточнить расчётом коэффициента естественной освещенности.

8. Использование грунтового теплообменника для нагрева/охлаждения вентилируемого воздуха в системе приточно-вытяжной вентиляции рекомендуется устроить по стандарту «Passive House» [1]:

- вентиляция принудительная приточно-вытяжная. Приток осуществляется в жилые комнаты, а удаление воздуха – из кухонь и санитарных узлов;

- обязательное использование теплообменника для обмена теплом между отработанным нагретым воздухом и поступающим холодным воздухом. Теплообменник устанавливается в технической комнате. При необходимости в теплообменнике приточный воздух подогревается до комфортной температуры искусственно;

•холодный воздух забирается на расстоянии от здания, и воздуховоды проходят под землей на глубине, где температура грунта остается постоянной на протяжении года (для Киева – глубже 2,5 м). За счет этого воздух нагревается зимой до положительных температур, а летом – остывает.

Вместо горизонтального грунтового теплообменника может быть использованы вертикальные теплообменники в виде скважин.

9. Необходимо предусмотреть рекуперацию тепла не только отработанного воздуха, но и воды, а также канализационных отходов.

10. Для системы теплоснабжения можно рекомендовать использование теплового насоса вода-вода совместно с плоскими солнечными коллекторами. В качестве источника низкопотенциального тепла предполагается использовать грунтовую воду из скважин.

11. Солнечные коллекторы предлагается использовать для работы экологичных кондиционеров абсорбционного типа на альтернативных источниках энергии (рис. 8). Для получения необходимой температуры в испарителе требуется использование концентрирующего коллектора, способного создать в испарителе температуру около 180-200 °С. В качестве хладагента лучше всего использовать водоаммиачный раствор.

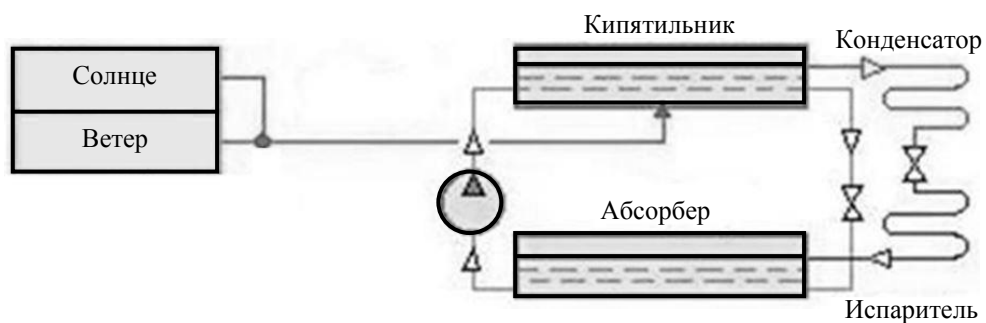


Рис. 8. Принципиальная схема абсорбционного кондиционера на альтернативной энергии [9].

12. В качестве ветрогенераторов для получения электрической энергии предлагается использовать ветроэнергетическую установку нового типа (рис. 9). Её основные преимущества: работает в широком диапазоне скоростей ветра 0,3-20 м/с; приспособлена к резкому изменению скорости и направлению ветрового потока; имеет низкий уровень шума, высокий коэффициент преобразования энергии ветра,

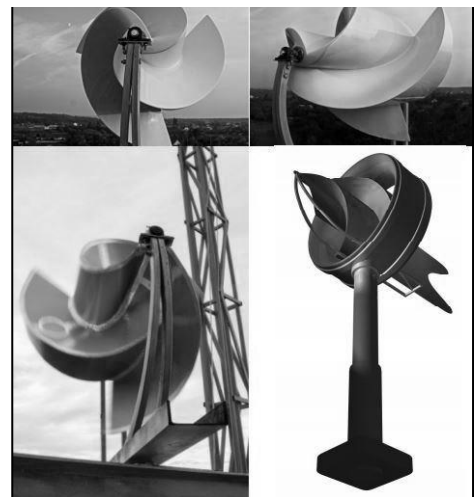


Рис. 9. Общий вид ветрогенератора [10]

широкий діапазон мощностей от 500 до 10 000 Вт; не требует высокой мачты.

13. Для повышения экологичности здания можно рекомендовать устройство система для очистки сточных вод.

Выводы. Использование рекомендуемых мероприятий позволят приблизить показатели энергоэффективности здания «Hill House» к показателям «Zero Energy House».

Литература

1. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов / Вольфганг Файст // М. Перевод с немецкого с дополнениями под редакцией А.Е. Елохова. — Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва 2008. -144 с.

2. Dietmar Schüwer , Johanna Klostermann, Christopher Moore, Stefan Thomas The Strategic Approach to improving energy efficiency in buildings / Schüwer Dietmar, Klostermann Johanna, Moore Christopher, Thomas Stefan // Buildings Guide Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. — Germany — 2012. — P. 11. [Электронный ресурс] —

Режим доступа: http://www.bigee.net/media/filer_public/2013/11/29/bigee_txt_0045_bg_strategic_approach_nzeb_new_residential.pdf

3. Сергейчук О.В. Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огорожуючих конструкцій будинків : навч. посібник для студ. арх. та буд. спец. / О. В. Сергейчук. — К. : Такі справи, 1999. — 156 с.

4. Диб М., Зварич Д., Лабораторные исследования утеплителя из очерета / М. Диб , Д. Зварич // Энергозбереження в будівництві та архітектурі : міжвід. наук.-техн. зб. — К. : КНУБА, 2011. — Вип. 2. — С. 85—90.

5. Лицкевич. В. К. Жилище и климат / В. К. Лицкевич. — М. : Стройиздат, 1984. — 288 с.

6. Angelika Kowalczyk Green roofs as an opportunity for sustainable development in urban areas / Kowalczyk Angelika // Sustainable Development Applications 2. — 2011 — University of Warsaw — pp. 63 — 77. [Электронный ресурс] — Режим доступа : http://sendzimir.org.pl/images/ZR_2/5_EN.pdf

7. MANEZH. Стиль жизни определяют детали. Рекламний буклет. Черкасы: Манеж, 2013. — 140 с.

8. Світлопрозорі огороження будинків : навч. посібник для студ вищ. навч. закл. / О. Л. Підгорний, І. М. Щепетова, О. В. Сергейчук, О. М. Зайцев, В. П. Процюк ; під ред. О. Л. Підгорного — К. : Домашевська О.А., 2005. — 282 с.

9. Холодильники и кондиционеры на Солнечной энергии [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://www.priroda.su/item/798>

10. Презентация «Ротор Онипко» [Электронный ресурс] — Режим доступа : <http://onipko.com/ru/>

Анотація

Розглядається загальні рекомендації щодо підвищення енергоефективності проекту будівлі "Hill House" в Київській обл.

Ключові слова: Енергоефективність, пасив будинок, будинок з нульовим споживанням енергії, будинок плюс енергії.

Annotation

General recommendation in increasing energy efficiency of «Hill House» project in Kyivskaya region

Key words: Energy efficiency, passive house, zero energy houses, plus energy house.